



## **Evaluering af forskningsprogrammet "Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv"**

Pedersen, Jørgen Lindgaard

*Publication date:*  
2009

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Pedersen, J. L., (2009). *Evaluering af forskningsprogrammet "Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv"*, 51 s.

# **Evaluering af forskningsprogrammet “Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv”**

Lektor Jørgen Lindgaard Pedersen, DTU

# Indholdsfortegnelse

Forord .....	3
Vurderinger og sammendrag .....	4
1. Introduktion til evalueringsformen.....	7
2. Introduktion til forskningsprogrammet ”Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv” .....	9
3. Oversigt over finansiering, pointtildeling og omkostningseffektivitet.....	11
3.1. Finansiering .....	11
3.2. Pointtildeling .....	12
3.3. Omkostningseffektivitet .....	15
4. Evaluering af de enkelte projekter .....	20
4.1. Partitioning farm N surpluses using a whole farm model (FARM-N) .....	20
4.2. Vanding i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv.....	23
4.3. Implementation of site-specific crop management.....	25
4.4. Improving phosphorus utilisation in Danish agriculture – from digestibility to loss.....	28
4.5. Development of novel ornamental products by optimized production systems and minimized use of resource in greenhouse production .....	31
4.6. Evaluation of innovative agricultural production systems through a life cycle assessment (LCA) methodology .....	33
4.7. Crop management and economics of non-inversion tillage systems (CENTS).....	36
4.8. Lower N-surplus at grazing with dairy cows.....	39
4.9. Økonomisk og ressourcemæssig vurdering af nye teknologier .....	42
4.10. Influence of animal manures on the acquisition of micronutrients by crops – with special emphasis on manganese deficiency in winter cereals.....	46
Bilag A: Pointtildeling i den kvantitative analyse .....	49
Bilag B: Interviewguide Projektledere .....	50
Bilag C: Interviewguide Erhvervsinteressenter .....	51

## Forord

I nærværende rapport evalueres forskningsprogrammet ”Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv” med tilhørende 10 projekter.

Evalueringen er gennemført på initiativ af FødevareErhverv og skal ses som et led i Fødevareministeriets udvikling af en ny metode til evaluering af ministeriets forskningsprogrammer med henblik på at vurdere de enkelte programmers værdi for forskningen og erhvervet.

Arbejdet er udført af lektor Jørgen Lindgaard Pedersen, DTU Management, Danmarks Tekniske Universitet. Jørgen Lindgaard Pedersen har gennemført interviews med projektledere og interessenter fra myndigheder og erhvervsvirksomheder samt skrevet rapporten. Seniorforsker Søren Marcus Pedersen har bistået med hjælp i forbindelse med de kvantitative beregninger og har sammen med undertegnede medvirket ved den endelige redigering af rapporten. Overassistent Inger Sommer har ydet teknisk hjælp ved rapportens færdiggørelse. Fremgangsmåden vedrørende rapportudformningen er nærmere beskrevet i rapporten ”Evaluering af Fødevareministeriets Forskningsprogrammer”, som ligeledes er udarbejdet af Fødevareøkonomisk Institut.

Mogens Lund

Afdelingen for Produktion og Teknologi

Fødevareøkonomisk Institut

København, september 2009

## Vurderinger og sammendrag

Der har været to hovedformål med forskningsprogrammet ”Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv”:

1. Fremme forskning i jordbrugets næringsstofudnyttelse og -kredsløb.
2. Fremme forskning i ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer.

Herudover forventes, at programmet kan være udgangspunkt for opbygning af viden og driftsledelsesværktøjer, der kan fungere som grundlag for beslutningsstøtte i jordbrugerhvervet.

Programmet har et anvendelsesorienteret sigte men med mulighed for projekter med grundlagsskabende forskningselementer.

Programmet omfattede 10 projekter. 4 af projekterne retter sig mod formål 1. 10 retter sig mod formål 2 og 5 bidrager til beslutningsstøtte i erhvervet og myndighedssystemet. Det er karakteristisk, at bortset fra 3 projekter som udelukkende koncentrerer sig om formål 2 angiver de øvrige 7 projekter 2 eller 3 samtidige formål. Der er 3 projekter vedrørende kvælstofproblemer. I 2 af projekterne indgår præcisionsjordbrug som væsentligt element. Ellers er de øvrige projekter inden for forskellige områder. Et enkelt omhandler teknologivurderingsmetoder.

Evalueringen af forskningsprogrammet er foretaget ved en kvantitativ og kvalitativ vurdering. Den kvantitative vurdering bygger på en tildeling af point for de outputs, der er realiserede ved de enkelte projekter. Der anvendes 3 hovedkategorier – ”Videnskabelig betydning”, ”Indlejring af viden” samt ”Erhverv og samfund”. Den kvalitative vurdering bygger på interviews med projektlederne samt brugere af projekterne som kan være repræsentanter for virksomheder eller konsulenter.

Generelt kan målopfyldelsen karakteriseres som tilfredsstillende. Omkring halvdelen af de indtjente point er af videnskabelig art. En tredjedel stammer fra point indtjent i aktiviteter for erhverv og samfund. Den resterende sjettedel stammer fra indlejring af viden. Der er i alt publiceret 56 videnskabelige artikler til internationale tidsskrifter, alle bortset fra 5 med ISI status. Programmets resultater er blevet udbredt gennem et stort antal indlæg på videnskabelige konferencer. Der er udtaget et enkelt patent. Indlejring af viden er sket gennem uddannelse af 4 ph.d. studerende samt videreuddannelse af 2 post.doc. Formidlingen til erhverv og samfund har været meget omfattende

gennem foredrag og bidrag til medier af forskellig art. Nævnes skal også udvikling af beslutningsværktøjer til erhverv og myndigheder fra et antal af projekterne.

Omkostningseffektiviteten, målt som point for opnået output pr. mio. kr. input, er for programmet som helhed 298. Imidlertid er der stor spredning i omkostningseffektiviteten med værdier fra 151 henholdsvis 228 for de to projekter med de laveste værdier til 586 henholdsvis 535 for de to projekter med de højeste værdier. I projektet ”Novel ornamental products” som har den laveste omkostningseffektivitet synes problemet først og fremmest at bestå i, at den videnskabelige betydning målt i publikationer har været markant lavere end de øvrige projekters hvilket har resulteret i lav vidensspredning gennem konference bidrag og indlejring af viden. For projektet ”Vanding i et helhedsperspektiv” har der været en medfinansiering fra institutionen på 23 pct. oven i de DKK 4 mio. som programmet har bidraget med. Selv om VIP lønnen af denne medfinansiering udgør 11 pct. af programbevillingen har den tilsyneladende ikke givet et væsentligt højere pointgivende output men derimod bidraget til de samlede omkostninger. I de to projekter med højest og næsthøjest omkostningseffektivitet er det karakteristisk, at den videnskabelige betydning er væsentlig samtidig med at projektstørrelsen ikke har været i den øverste ende. Et væsentligt videnskabeligt output synes at være en forudsætning for at der kan bidrages med noget til erhverv og samfund samt at der kan foregå en indlejring. Der synes at være belæg for, at der findes en optimal projektstørrelse i det her evaluerede program på DKK 3,5 mio. +/- 0,5 mio.

Som ovenfor nævnt er der to sideordnede hovedformål med programmet - 1) forskning i næringsstofudnyttelse og – kredsløb, og 2) ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer. Formål 1 må anses for at være mere grundforskningsorienteret, mens formål 2 er mere anvendelsesorienteret. Der er ingen af projekterne, der udelukkende søger at opfylde formål 1. Derimod betragter alle 10 projekter formål 2 som hovedformål eventuelt sammen med formål 1 (i 4 af projekterne) og/eller i forening med formålet om at være et udgangspunkt for opbygning af beslutningsstøtteværktøjer (i 5 af projekterne). Det er interessant at konstatere, at halvdelen af projekterne faktisk har ydet et bidrag til udvikling af sådanne værktøjer. Selv om der som netop nævnt i de fleste tilfælde (7 ud af 10 projekter) sker en opfyldelse af 2 (5 projekter) eller 3 målsætninger (2 projekter), er det værd at understøtte de væsentlige forskelle mellem formålet i de tre typer af projekter. At foretage en DNA sekvensanalyse er primært grundforskning. En opmåling af manganmængder i typiske marktyper er anvendt forskning mens udvikling af et instrument til at foretage sådanne målinger er udviklingsarbejde. Derimod er det ikke de anvendte metoder, der adskiller de forskellige aktiviteter. Uden grundforskning kommer der ikke væsentlige nyskabelser ind i

anvendt forskning eller udvikling. Men dette er heller ikke et krav, der med rimelighed kan eller bør stilles til alle anvendte forskningsprojekter endsige udviklingsprojekter. I det her foreliggende program er det forskning i ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer, som har været formuleret som hovedsigtet.

# 1. Introduktion til evalueringsformen

Evalueringsmetoden bygger på en kvantitativ og kvalitativ evaluering af hvert af de 10 projekter.

Den kvantitative del bygger på en opgørelse af projektets output i form af videnskabelige artikler, conferencebidrag, uddannelse af ph.d. studerende, foredrag m.v., hvor hver type output tilskrives et antal point. Det har været afgørende at opstille et fagligt og fair pointsystem for de relevante outputs fra forskningen, som opfylder de krav erhverv, forskningsverden, politikere, forvaltning og interesseorganisationer kan stille til offentligt finansieret forskning. Derfor er vægtningen af outputs bestemt af et udvalg med deltagelse af repræsentanter fra erhverv, forskning og samfund. Vægtningen af de enkelte outputtyper er angivet i bilag A. Pointtildelingen for hvert output opgøres efterfølgende ud fra deres karakter i tre kategorier – ”Videnskabelig betydning”, ”Indlejring af viden” samt ”Erhverv og samfund”. Disse resultater kan derefter sammenholdes med projektets samlede omkostninger. Herved opnås et billede af projektets omkostningseffektivitet samt i hvilken retning projektets output er orienteret.

Det er vigtigt, at der er en vis overensstemmelse mellem projektets formål og orienteringen af projektets output. Med et hovedsigte på anvendt forskning bør det forventes, at hverken grundforskning eller værktøjsudvikling udgør en altdominerende andel af output.

Den kvalitative evaluering bygger på interviews med projektlederen samt relevante personer fra erhverv og samfund (”brugere”), som har en interesse i det pågældende forskningsprojekt. For hvert interview er der udformet en interviewguide for projektlederen henholdsvis brugerrepræsentanter. Bilagene B og C indeholder sådanne interviewguides.

I forhold til projektlederne er interviewguiden fulgt forholdsvis slavisk og kronologisk. På bair af interviewet og slutrapporten er der udarbejdet en sammenskrivning, der sammen med den kvantitative evaluering er sendt til projektlederen til kommentar. I forhold til brugerrepræsentanterne er der i hovedsagen foretaget telefoniske interviews. Her har interviewguiden været til inspiration snarere end til slavisk og kronologisk anvisning.

For yderligere information om evalueringsmetoden henvises til:



Larsen, A., Pedersen, S. M. og Sandøe, P.: Evaluering af Fødevareministeriets forskningsprogrammer, Fødevareøkonomisk Institut, Frederiksberg, 2006

## **2. Introduktion til forskningsprogrammet ”Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv”**

Programmet har som hovedformål at fremme forskning i jordbrugets næringsstofudnyttelse og i ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer. Derudover forventes, at programmet kan være udgangspunkt for opbygning af viden og driftsledelsesværktøjer, der kan fungere som beslutningsstøtte i jordbrugserhvervet.

Forskningsprogrammet har et anvendelsesorienteret sigte, men der vil være mulighed for projekter med grundlagsskabende forskningselementer. Den opnåede viden og de udviklede værktøjer vil kunne anvendes i national sammenhæng og vil kunne udbygges væsentligt via samarbejdsaftaler med lignende projekter i andre lande. Der kan søges om tilskud til projekter inden for følgende to hovedområder:

1. Jordbrugets næringsstofudnyttelse og – kredsløb.
2. Ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer.

Programmet er opdelt i 10 projekter med hver deres projektleder og hver deres budget. En oversigt over projekterne samt projektlederne er angivet i tabel 1. For nemmere at opstille projekterne i tabeller og figurer anvendes i det følgende en forkortet titel, der sammen med den fulde titel er anført i tabel 1.

Forskningsprogrammet har haft en varighed på 4 år fra 2002 til 2006. Finansieringen stammer fra Fødevareministeriet. De samlede omkostninger ved programmets gennemførelse har udgjort DKK 49,4 mio., hvoraf programtilskuddet har udgjort DKK 39,6 mio. og institutionernes medfinansiering DKK 9,2 mio. Der har været ydet et tilskud til et ph.d. studium fra et i øvrigt ikke-deltagende universitet.

**Tabel 1. Projekter under forskningsprogrammet “Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv”**

Forkortelse	Titel	Projektleder
Partitioning farm N surpluses	Partitioning farm N surpluses using a whole farm model (FARM-N)	Nicholas J. Hutchings
Vanding i et helhedsperspektiv	Vanding i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv	Mathias Neumann Andersen
Site-specific crop management	Implementation of site-specific crop management	Anton Gårde Thomsen
Improving phosphorus utilisation	Improving phosphorus utilisation in Danish agriculture – from digestibility to loss	Hanne Damgaard Poulsen
Novel ornamental products	Development of novel ornamental products by optimized production systems and minimized use of resource in greenhouse production	Carl-Otto Ottosen
Agricultural production systems	Evaluation of innovative agricultural production systems through a life cycle assessment (LCA) methodology	Niels Halberg
Non-inversion tillage systems	Crop management and economics of non-inversion tillage systems (CENTS)	Jørgen Eivind Olesen
Lower N-surplus at grazing	Lower N-surplus at grazing with dairy cows	Karen Søegaard
Vurdering af nye teknologier	Økonomisk og ressourcemæssig vurdering af nye teknologier	Jens Erik Ørum
Manganese deficiency in winter cereals	Influence of animal manures on the acquisition of micronutrients by crops – with special emphasis on manganese deficiency in winter cereals	Søren Husted

### 3. Oversigt over finansiering, pointtildeling og omkostningseffektivitet

#### 3.1. Finansiering

Ved opgørelse af omkostningerne er taget udgangspunkt i slutregnskaberne fra de enkelte projekter. Imidlertid er der anvendt forskellige opgørelsesmetoder i projekterne. Undertiden, især i de tidligere sektorforskningsinstitutioner har der været tradition for at registrere institutionens eget forbrug. I andre tilfælde, især i universiteterne, synes der ikke at have været denne tradition. En projektleder herfra siger, at instituttets eget bidrag har været af mindst lige så stor størrelse som programtilskuddet. Den samme usikkerhed hersker i forhold til eventuel støtte fra virksomheder og institutioner. Da 8 af de 10 projekter er hjemmehørende på en tidligere sektorforskningsinstitution, må det formodes at disse er opgjort efter nogenlunde samme kriterier. De 2 projekter hjemmehørende på samme universitet kan imidlertid tænkes at have undladt at registrere institutionsbidrag. I alle tilfælde indregnes overhead med 20 pct. af lønninger og andre omkostninger, hvilket sædvanligvis er lavere end husleje, administration m.v., som overheadet er tiltænkt at dække. Dette betyder at de samlede omkostninger ved projekterne reelt er undervurderet.

I tabel 2 er angivet de samlede omkostninger samt disses finansiering. De samlede omkostninger ved programmet udgør DKK 49,4 mio., der finansieres med DKK 39,6 mio. fra Fødevareministeriet, DKK 9,2 mio. fra værtsinstitutionerne og DKK 0,6 mio. fra et ikke-deltagende universitet.

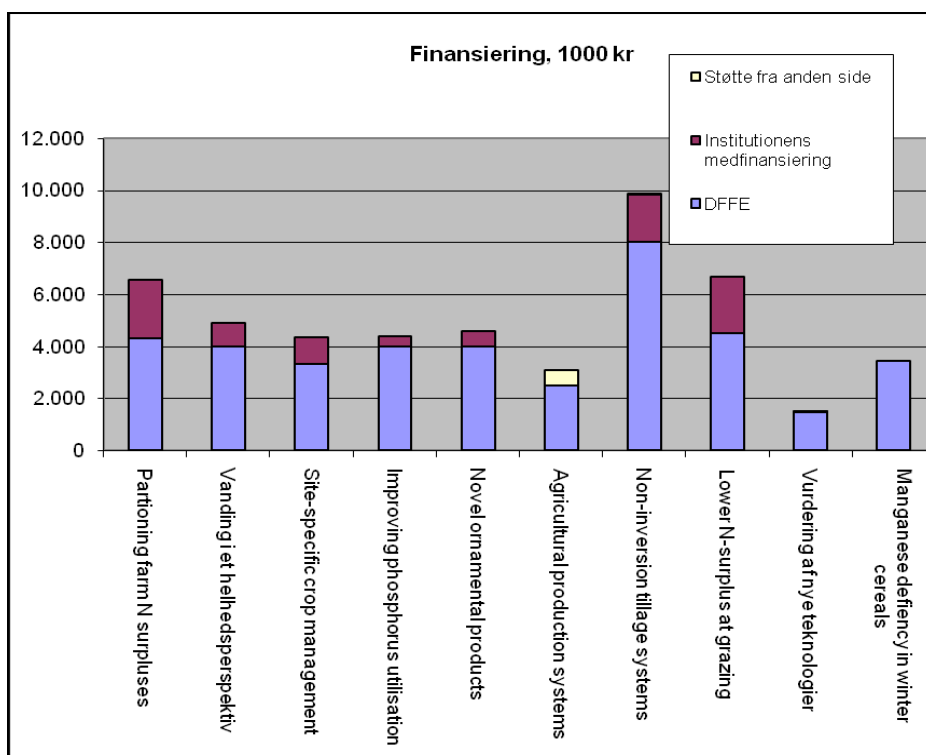
**Tabel 2. Omkostninger og finansiering. "Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv". 1.000 DKK.**

Titel	Omkostninger i alt	Program- finansiering	Institutionens medfinansiering	Støtte fra anden side
Partitioning farm N surpluses	6.543	4.296	2.247	0
Vanding i et helhedsperspektiv	4.908	3.999	908	0
Site-specific crop management	4.364	3.324	1.040	0
Improving phosphorus utilisation	4.373	4.000	373	0
Novel ornamental products	4.576	4.004	572	0
Agricultural production systems	3.102	2.502	0	600
Non-inversion tillage systems	9.853	8.000	1.842	11
Lower N-surplus at grazing	6.695	4.505	2.190	0
Vurdering af nye teknologier	1.519	1.500	19	0
Manganese deficiency in winter cereals	3.443	3.443	0	0
I alt	49.376	39.573	9.191	611

Det omkostningsmæssigt set største projekt er ”Non-inversion tillage systems” som med samlede omkostninger på DKK 9,9 mio. tegner sig for 20 pct. af de samlede programomkostninger, Det mindste projekt opgjort på tilsvarende måde er ”Vurdering af nye teknologier” har kostet DKK 1,5 mio. hvilket er 3 pct. af de samlede programomkostninger. Medianprojektets samlede omkostninger udgør DKK 4,5 mio. hvilket er 9 pct. af de samlede programomkostninger. Der er ikke registreret erhvervsstøtte værd at nævne.

I figur 1 er vist et søjlediagram, der viser forskellene i projekternes størrelse og finansiering.

**Figur 1. Finansiering af projekterne**



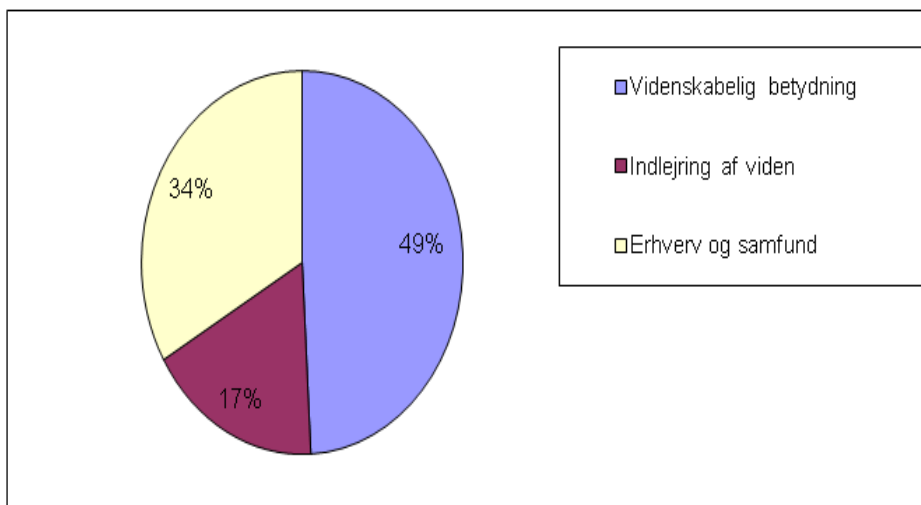
### 3.2. Pointtildeling

Ud fra oplysningerne i projektslutrappporterne er det samlede output for hvert projekt opgjort i point fordelt på de tre kategorier ”Videnskabelig betydning”, ”Indlejring af

viden” og ”Erhverv og samfund”. Pointtildelingerne for hver enkelt outputtype er vist i bilag A. Projektlederne har fået tilsendt deres projekts point og er blevet anmodet om at kontrollere tallene indtil medio 2009 inklusive aktiviteter, der direkte vedrører projektet efter slutrapporteringen sædvanligvis fra 2006. Der er nogle enkelte henvisninger til at der fortsat forventes publikationer fra projekter. Disse er dog ikke inkluderet i opgørelsen. Da vi ved opgørelsen er 3 år efter projektets slutdato formodes dette ikke at udgøre et væsentligt forhold.

I figur 2 er den samlede pointfordeling for hele programmet vist opgjort på de tre kategorier. De samlede point for hele programmet udgør 14.710 som fordeles med 49 pct. til ”Videnskabelig betydning”, 17 pct. til ”Indlejring af viden” og 34 pct. til ”Erhverv og samfund”. I betragtning af, at programmets målsætning har været fokuseret på vidensfrembringelse, grundlæggende og anvendt, kan det ikke undre, at halvdelen af pointene indtjenes her. Derimod kan fordelingen af den anden halvdel med indlejringen af viden som værende så beskeden som 1/6 del af de samlede point og 1/3 fra erhverv og samfund undre. Forklaringen kan muligvis findes i det forhold, at det andet samtidige program ”Bæredygtig teknologi i jordbruget” fokuserede på indlejningsaspektet.

**Figur 2. Fordeling af point for hele programmet**



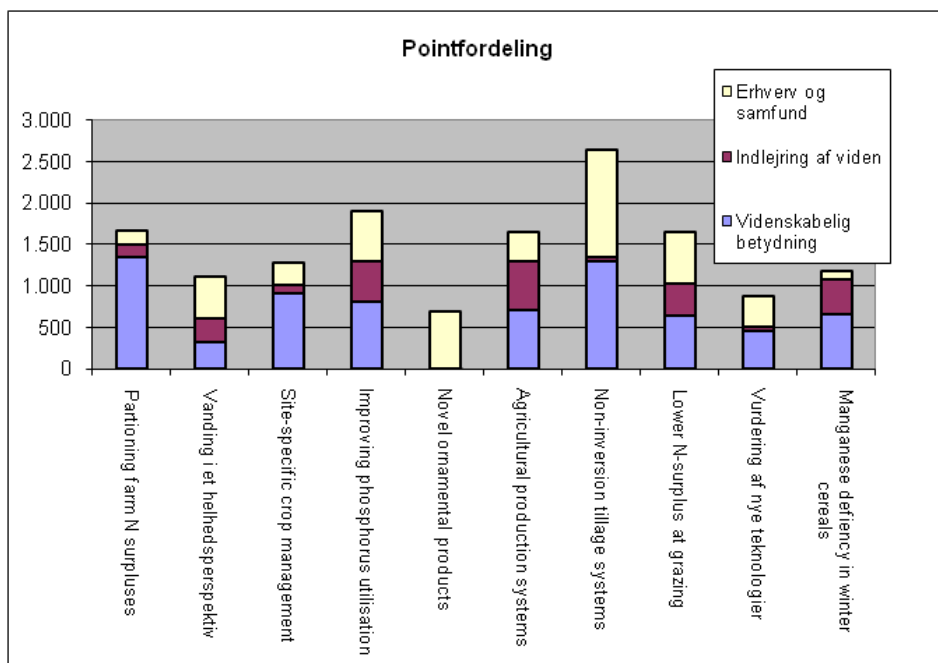
Tabel 3 viser fordelingen af point på de enkelte projekter samt fordelingen på de enkelte kategorier. ”Non-inversion tillage systems” opnår 2.650 point mens ”Vurdering af nye teknologier” kun opnår 890 point. Imidlertid har det førstnævnte projekt også disponeret over langt de fleste ressourcer på DKK 9,9 mio. mens det sidstnævnte har haft langt de færreste ressourcer til rådighed på DKK 1,5 mio.

**Tabel 3. Fordeling af point for de enkelte projekter**

Titel	Videnskabelig betydning	Indlejring af viden	Erhverv og samfund	I alt
Partitioning farm N surpluses	1.360	150	160	1.670
Vanding i et helhedsperspektiv	320	300	500	1.120
Site-specific crop management	920	90	280	1.290
Improving phosphorus utilisation	820	490	590	1.900
Novel ornamental products	40	0	650	690
Agricultural production systems	710	600	350	1.660
Non-inversion tillage systems	1.300	50	1.300	2.650
Lower N-surplus at grazing	640	400	610	1.650
Vurdering af nye teknologier	460	50	380	890
Manganese deficiency in winter cereals	660	430	100	1.190

I figur 3 viser et søjlediagram forskellen mellem projekterne totalt set og fordelingen på de tre kategorier. Det ses, at ”Videnskabelig betydning” og ”Erhverv og samfund” er de to dominerende kategorier. Derimod er ”Indlejring af viden” af mindre betydning. I projektet ”Partitioning farm N surpluses” er den ”Videnskabelige betydning” markant stor på bekostning af ”Indlejring af viden” og ”Erhverv og samfund”. I projektet ”Novel ornamental products” er det næsten udelukkende ”Erhverv og samfund” der bidrager til pointene.

**Figur 3. Fordeling af point for de enkelte projekter**



### 3.3. Omkostningseffektivitet

I tabel 4 er angivet den samlede pointtildeling og de totale omkostninger for hvert af de 10 projekter. Omkostningseffektiviteten målt som antal indtjente point pr. DKK mio. er herefter beregnet.

**Tabel 4. Omkostningseffektivitet for de enkelte projekter**

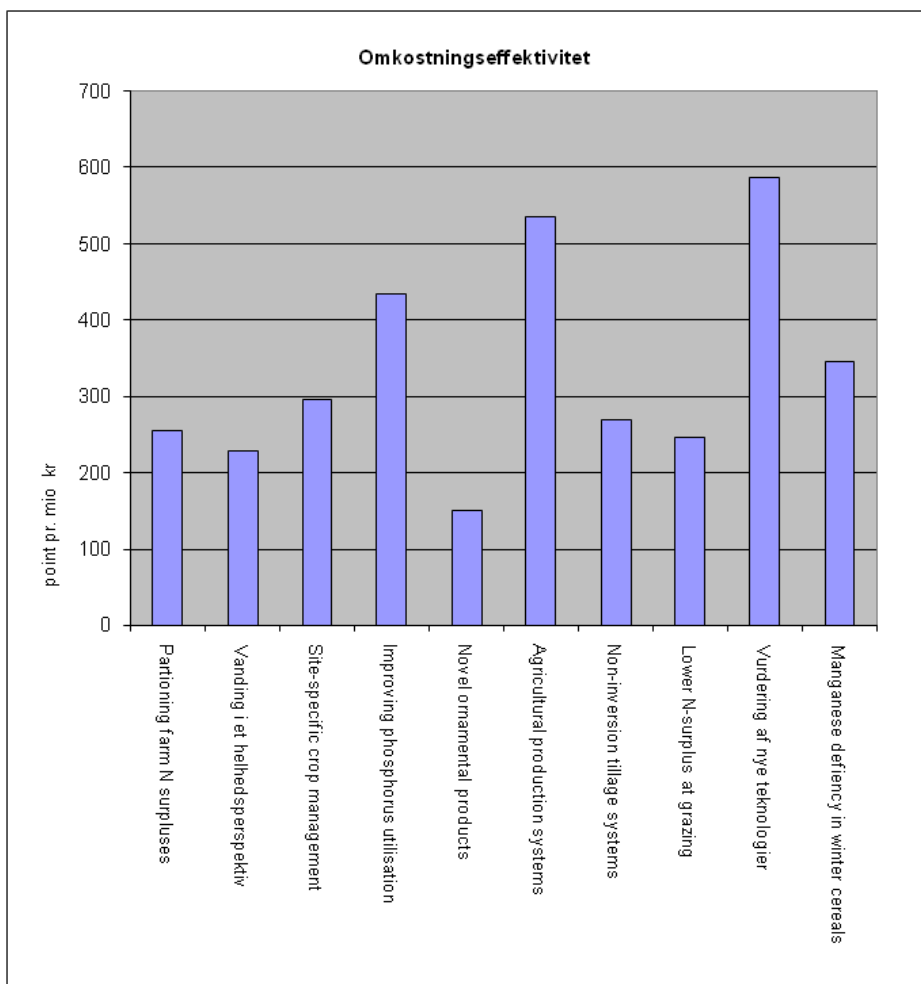
Titel	Samlede point	Omkostninger	Cost effectiveness (point pr mio. kr.)
Partioning farm N surpluses	1.670	6.543	255
Vanding i et helhedsperspektiv	1.120	4.908	228
Site-specific crop management	1.290	4.364	296
Improving phosphorus utilisation	1.900	4.373	434
Novel ornamental products	690	4.576	151
Agricultural production systems	1.660	3.102	535
Non-inversion tillage systems	2.650	9.853	269
Lower N-surplus at grazing	1.650	6.695	246
Vurdering af nye teknologier	890	1.519	586
Manganese deficiency in winter cereals	1.190	3.443	346



For programmet som helhed er opnået 298 point pr. DKK mio.. Der er stor spredning i omkostningseffektiviteten med værdier fra 151 henholdsvis 228 for de to projekter med de laveste værdier til 586 henholdsvis 535 for de to projekter med de højeste værdier. I projektet ”Novel ornamental products”, som har den laveste omkostningseffektivitet, synes problemet først og fremmest at bestå i, at den videnskabelige betydning målt i publikationer har været markant lavere end de øvrige projekters, hvilket har resulteret i lav vidensspredning gennem conferencebidrag og indlejring af viden. For projektet ”Vanding i et helhedsperspektiv” har der været en medfinansiering fra institutionen på 23 pct. oven i de DKK 4 mio., som programmet har bidraget med. Selv om VIP lønnen af denne medfinansiering udgør 11 pct. af programbevillingen, har den tilsyneladende ikke givet et væsentligt højere pointgivende output, men derimod bidraget til de samlede omkostninger. I de to projekter med højest og næsthøjest omkostningseffektivitet er det karakteristisk, at den videnskabelige betydning er væsentlig samtidig med at projekternes størrelse på DKK 1,5 mio. henholdsvis DKK 3,1 mio. ligger væsentlig under medianværdien DKK 4,5 mio. for projekterne. Et væsentligt videnskabeligt output synes at være en forudsætning for at der også kan bidrages til erhverv og samfund samt mere indlysende at der kan finde en indlejring af viden sted. Der synes at være belæg for at der findes en optimal projektstørrelse i det her evaluerede program på DKK 3,5 mio. +/- 0,5 mio.

Omkostningseffektiviteten er vist i figur 4.

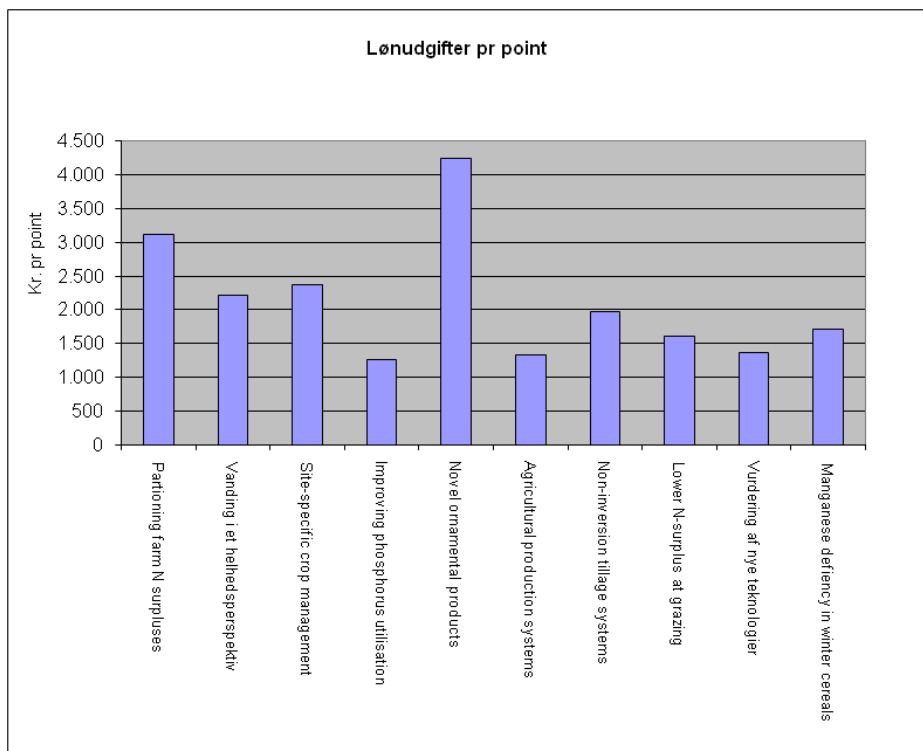
**Figur 4. Omkostningseffektivitet**



Der kan være væsentlige forskelle mellem projekterne i henseende til omkostninger til laboratorieudstyr og i dette program især forsøgsfaciliteter. Derfor er der foretaget en isolering af lønudgifter og beregnet lønudgifterne pr. point. Resultaterne vises i tabel 5 samt figur 5.

**Tabel 5. Lønudgifter pr. point**

Titel	Lønudgifter	Andre udgifter	Lønudgifter pr. point
Partitioning farm N surpluses	5.217	1.326	3.124
Vanding i et helhedsperspektiv	2.479	2.428	2.213
Site-specific crop management	3.051	1.313	2.365
Improving phosphorus utilisation	2.394	1.979	1.260
Novel ornamental products	2.923	1.643	4.236
Agricultural production systems	2.213	889	1.333
Non-inversion tillage systems	5.211	4.642	1.966
Lower N-surplus at grazing	2.650	4.046	1.606
Vurdering af nye teknologier	1.213	306	1.363
Manganese deficiency in winter cereals	2.036	1.407	1.711

**Figur 5. Lønudgifter pr. point**

Det ses, at der sker en vis ændring i projekternes ranking opgjort på denne måde. Dog er projektet ”Novel ornamental products” også markant dyrere pr. point opgjort på

denne måde. Projektet ”Improving phosphorus utilisation” bliver opgjort på denne måde det mest effektive, dog meget tæt på ”Agricultural production systems” og ”Vurdering af nye teknologier”

Som ovenfor nævnt er der to sideordnede hovedformål med programmet - 1)forskning i næringsstofudnyttelse og – kredsløb, og 2)ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer. Formål 1 må anses for at være mere grundforskningsorienteret, mens formål 2 er mere anvendelsesorienteret. Der er ingen af projekterne, der udelukkende søger at opfylde formål 1. Derimod betragter alle 10 projekter formål 2 som hovedformål eventuelt sammen med formål 1 (i 4 af projekterne) og/eller i forening med formålet om at være et udgangspunkt for opbygning af beslutningsstøtteværktøjer (i 5 af projekterne). Det er interessant at konstatere, at halvdelen af projekterne faktisk har ydet et bidrag til udvikling af sådanne værktøjer. Selv om der som netop nævnt i de fleste tilfælde (7 ud af 10 projekter) sker en opfyldelse af 2 (5 projekter) eller 3 målsætninger (2 projekter), er det værd at understøtte de væsentlige forskelle mellem formålet i de tre typer af projekter. At foretage en DNA sekvensanalyse er primært grundforskning. En opmåling af manganmængder i typiske marktyper er anvendt forskning mens udvikling af et instrument til at foretage sådanne målinger er udviklingsarbejde. Derimod er det ikke de anvendte metoder, der adskiller de forskellige aktiviteter. Uden grundforskning kommer der ikke væsentlige nyskabelser ind i anvendt forskning eller udvikling. Men dette er heller ikke et krav, der med rimelighed kan eller bør stilles til alle anvendte forskningsprojekter endsige udviklingsprojekter. I det her foreliggende program er det forskning i ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer, som har været formuleret som hovedsigtet.

## 4. Evaluering af de enkelte projekter

### 4.1. Partitioning farm N surpluses using a whole farm model (FARM-N)

Totale omkostninger	DKK 6.543.000
Points	1.670
Omkostningseffektivitet	255
Lønudgifter pr. point	DKK 3.124

#### Formål

Projektet har haft to hovedformål:

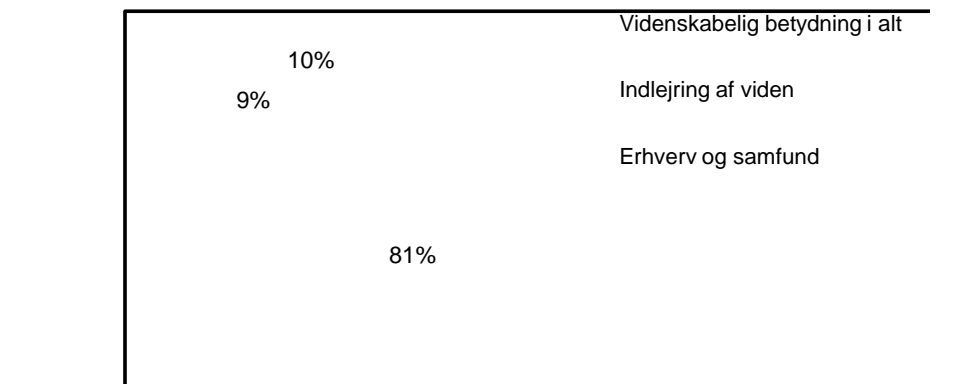
1. Udvikle og dokumentere et beslutningsstøtteværktøj for at fordele en målt bedrifts kvælstofoverskud mellem tabposter og ændringer i jordpuljerne.
2. Udvikle en prototype af et internetbaseret beslutningsstøtteværktøj til at forudse bedriftens kvælstofoverskud og kvælstofstab.

Hensigten var at basere beslutningsstøtteværktøjet på FASSET bedriftsmodellen ([www.fasset.dk](http://www.fasset.dk)), som er en dynamisk procesorienteret computermodel. En del af projektet sigtede på testning af forskellige aspekter i FASSET især i relation til simulering af kvælstofstab til miljøet.

#### Sammenfatning

Projektet opnår langt de fleste point inden for kategorien ”videnskabelig betydning”, ikke mindre end 82 pct. af projektets samlede point. Pointene opnås på baggrund af 9 videnskabelige artikler, 26 conferencebidrag samt 1 forskningsrapport. I kategorien ”indlejring af viden” opnås 9 pct. af de samlede point baseret på vejledning af 1 udenlandsk Ph.d. studerende samt udvikling af en prototype af et internetbaseret beslutningsstøtteværktøj. Inden for ”erhverv og samfund” opnås ligeledes 9 pct. af totalpointene ved foredrag og diverse mindre bidrag.

**Figur 1. Fordeling af points for projektet "Partitioning farm N surpluses using a whole farm model (FARM-N)"**



### Kvalitativ evaluering

Projektleder Nicholas J. Hutchings karakteriserer hvad der er blevet opnået i løbet af projektet:

1. Der er blevet videreudviklet et beslutningsstøtteværktøj som lovet. I den oprindelige projektansøgning var ambitionen at udvikle et fuldt ud brugbart internetbaseret værktøj på grundlag af FASSET modellen. Som følge af, at de bevilgede resourcer blev mindre end ansøgt blev ambitionsniveauet reduceret til udvikling af et prototypeværktøj uden en egentlig kobling til FASSET-modellen. For at kunne teste værktøjet var det nødvendigt at konstruere en simpel model, som kunne modtage inputs og frembringe resultater, som derefter kunne fremvises. Men det lykkedes at udvikle værktøjet til at kunne opsplitte et kvælstofoverskud på en given bedrift i kvælstoftab og ændringer i jordpuljer af kvælstof. Modellen er kun statisk, men alligevel nyttig og anvendes i forbindelse med miljøgodkendelse af husdyrbrug.
2. Værktøjet er blevet testet, men det tager tid. Et problem viste sig ved at der var mangler og inkonsistens i materialet fra en database omfattende kommercielle svine- og kvægbedrifter, hvilket indebar et betydeligt manuelt arbejde med at kvalitetssikre oplysningerne i forhold til FASSET simuleringerne.

3. Dokumentation er kun sket delvis. Dette skyldes i nogen grad, at én af tre modeludviklere forlod projektet midtvejs i forløbet og det viste sig umuligt at finde en erstatning for den pågældende. Derfor måtte de to andre personer bruge deres arbejdskraft på udviklingsarbejde snarere end på dokumentation.

Projektet har frembragt viden i forhold til begge hovedformål for programmet (jordbrugets næringsstofudnyttelse og -kredsløb samt ressourceoptimering i dyrknings- og produktionssystemer). M.h.t. beslutningsstøttemålsætningen i programmet er der også ydet et bidrag, men på en anden vis end forventet i ansøgningen. Det synes at hovedvanskeligheden i projektet ikke har været mangel på penge, men snarere vanskeligheder med at kunne finde og tilknytte tilstrækkeligt med kvalificerede personer jf. modeludviklings- og dokumentationsproblemerne nævnt oven for. Men det anerkendes af projektlederen, at kompleksiteten med hensyn til at få data frem samt kvalitetssikre disse blev undervurderet ved udarbejdelsen af projektansøgningen.

Det skal nævnes, at de ikke opnåede projektmål efter projektafslutningen fortsættes med finansiering fra andre kilder.

Selv om projektets hovedresultater først og fremmest har videnskabelig betydning er det dog væsentligt at nævne at projektet har værdi for landbrugserhvervet – såvel landmænd og deres rådgivere samt myndigheder - i den henseende, at der kan opnås et overblik over de antagelser, der gøres, når der beregnes kvælstofudledning.

I forhold til myndighederne er det nævnt, at der har været en afsmitning til miljøgodkendelsesarbejdet. Men ellers karakteriseres effekterne til brugere af projektet som diffuse dog med den modifikation, at der er etableret mere varige videnskabelige kontakter til universiteter i Kiel og Ghent samt det canadiske landbrugs- og fødevareministerium (Agri-Food Canada).

## 4.2. Vanding i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv

Totale omkostninger	DKK 4.908.000
Points	1.120
Omkostningseffektivitet	228
Lønudgifter pr. point	DKK 2.213

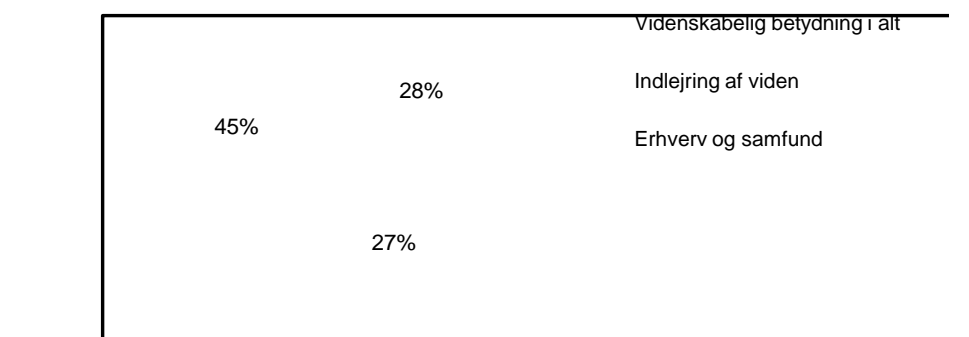
### Formål

Det overordnede formål med projektet har været at forbedre vand- og kvælstofudnyttelsen på vandingslandbrug. Herigennem har det været sigtet at bidrage til opnåelse af tre delmål:

1. Reducere produktionsomkostningerne.
2. Formindske forureningen.
3. Formindske forbruget af de begrænsede grundvandsressourcer.

Der fokuseres på hvorledes vandstyring og kvælstoftildeling i kombination kan forbedres. Udformningen af IT programmet Vandregnskab i PlanteInfo er afgørende for dets anvendelse i landbruget.

**Figur 2. Fordeling af points for projektet "Vanding i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv"**



### Sammenfatning

Projektet opnår 28 pct. af projektets samlede point inden for kategorien "videnskabelig betydning i alt". Pointene opnås på baggrund af 3 videnskabelige artikler samt 4 konferencebidrag. I kategorien "indlejring af viden" med 27 pct. af de samlede point sker indtjeningen af pointene udelukkende fra to deltids post.doc'er, der beregnings-



mæssigt er sat lig 1 fuldtids post.doc. I kategorien ”erhverv og samfund”, som med 45 pct. af de samlede point er klart den største kategori er der en bred indsats over foredrag, avisinterviews, mindre udredninger og fagspecifikke aviser.

### **Kvalitativ evaluering**

Projektleder Mathias Neumann Andersen karakteriserer hvad der er blevet opnået i løbet af projektet på følgende vis:

1. Danmark er det land i Nordeuropa, der har det største areal, der kunstvandes. Det skyldes, at der er udstrakte arealer med grovsandet jord med lav evne til at holde på vandet samt lav rodtybde for afgrøderne. Såvel vandtab som kvælstofudvaskning kan kombineret med andre problemer (hysterese og finger-flow) fører ofte til over-vanding ved brug af de nuværende simple vandbalance vandingsregnskaber.
2. På grundlag af eksperimentelle undersøgelser i to afgrøder (kartofler, afgræsningsmarker med kløvergræs) blev det fundet at drypvanding udgør en bedre måde at vande på. Det viste sig at fordampningen fra kløvergræs er mindre end antaget i de hidtil anvendte modeller. Men resultatet viser en større fordampning fra kartofler og andre afgrøder.
3. Brugergrænsefladen i PlanteInfo er blevet væsentligt forbedret, hvilket især er til nytte for større bedrifter med forskellige typer vandingsanlæg.

### 4.3. Implementation of site-specific crop management

Totale omkostninger	DKK 4.364.000
Point	1.290
Omkostningseffektivitet	296
Lønudgifter pr. point	DKK 2.365

#### Formål

Hovedformålene med projektet har været:

1. Implementere state-of-the-art beslutningsstøtte for optimal anvendelse af plantenæringsstoffer og kalk.
2. Evaluere potentielle økonomiske og miljømæssige fordele ved præcisions-jordbrug.

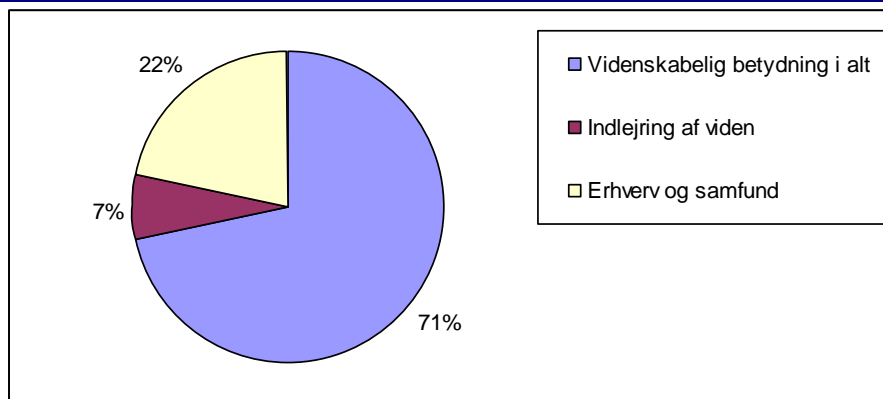
Fordelene ved at anvende variabel gødskning er potentielt størst hvor animalsk gødning er en væsentlig kilde til kvælstof. Projektet fokuserer på optimering af kombineret anvendelse af husdyrgylle og kemisk kvælstof. Der implementeres i denne forbindelse forbedrede canopy sensorer for at forbedre kvælstoftilførsel.

#### Sammenfatning

Projektet opnår i alt 1290 point. Mere end 2/3 af disse, 71 pct., stammer fra kategorien ”videnskabelig betydning i alt” med 9 publicerede tidsskriftsartikler, 18 konferencebidrag samt 5 posterpræsentationer.

Kategorien ”indlejring af viden”, der udgør 7 pct. af de samlede points, stammer fra 1 godkendt patent samt vejledning af 1 eksamensprojektstuderende. I kategorien ”erhverv og samfund”, som i alt udgør 22 pct. af de samlede point opnås disse fra 7 udredninger samt 4 foredrag.

**Figur 3. Fordeling af points for projektet "Implementation of site-specific crop management"**



### Kvalitativ evaluering

Projektleder Anton Thomsen karakteriserer hvad der er blevet opnået i løbet af projektet på følgende vis:

1. Projektforberedelse: modifikation af eksisterende, ældre, maskiner til gradueret tildeling af husdyrgylle og handelsgødning, udvælgelse af forsøgsmarker, jordprøveudtagning, detaljeret kortlægning med jordsensorer m.v.
2. Mark management zoner: delmarker eller mark management zoner er stikprøveenheder for jordprøveudtagning og gødskning. Et stort antal forsøg med størrelse og input samt brug af statistiske metoder gav brugbare og optimale resultater.
3. Algoritmer for sensorbaseret N-tildeling: der var her tale om en videreførelse af et tidligere arbejde med sensor baseret kvælstoftildeling. Et resultat af omfattende forsøg var at udbytte kunne fastholdes på det forventede niveau ved præcis gylletildeling og efterfølgende sensorbaseret kvælstoftildeling.
4. I slutningen af projektet blev arbejdet med den i DJF regi udviklede canopy sensor intensiveret. Instrumentet kan estimere en afgrødes absolutte kvælstofstatus alene ud fra sensormålinger. Herved kan såvel under- som overgødskning med kvælstof undgås. Sensoren er specielt velegnet til samtidig gødskning med gylle og handelsgødning.

I et telefoninterview med Torben Vinther, Wintex Agro blev det understreget at han kender Anton Thomsen fra præcisionsjordbrugsmiljøet som en person, der brænder meget for at hans forskningsresultater skal i brug hos landmænd og konsulenter. Men at foretage selve udviklingsarbejdet er noget helt andet end at levere forskningsresultaterne, der kan udgøre basis for en ny maskine eller nyt instrument. Problemet for præcisionsjordbruget i dag er ikke så meget hardwaren men inkompatibel software samt for dårlig uddannelse af brugerne.

#### **4.4. Improving phosphorus utilisation in Danish agriculture – from digestibility to loss**

Totale omkostninger	DKK 4.373.000
Points	1.900
Omkostningseffektivitet	434
Lønudgifter pr. point	DKK 1.260

Det skal bemærkes at 45 pct. af udgifterne er brugt til drift, herunder udgifter til pasning af forsøgsdyr og setup til studier af fosfors mobilitet. Dette har i høj grad påvirket projektets omkostningseffektivitet.

##### **Formål**

Hovedformålet er at optimere brugen af fosfor (P) i husdyrproduktion for at reducere risikoen for fosfortab fra jord til vand, når husdyrgødning udspredes. Der vil blive foretaget studier af samspil mellem fodring og brug af nye gylleseparationsteknikker i forhold til indhold og form af fosfor i gylle og dennes mobilitet i jord.

Nærmere bestemt er der følgende forskningsformål:

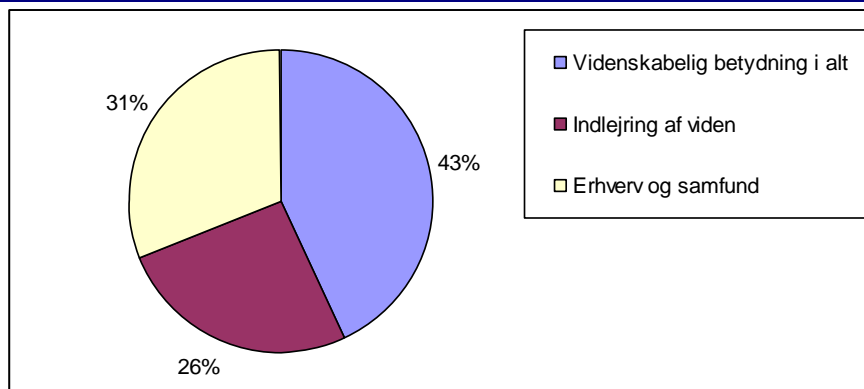
1. At forbedre fosforudnyttelsen hos svin og malkekøer gennem fodringsmæssige tiltag og herigennem at reducere fosforindholdet i gødning.
2. At vurdere effektiviteten af laboratorieskala-separering af gødning fra svin og malkekøer (fodret med forskellige fosfordoseringer) på opdelingen af gylle i fosforrige og fosforfattige fraktioner.
3. At karakterisere former for fosfor i gylle fra svin og malkekøer påvirket af ændringer i fodersammensætning eller gylleseparation.
4. At vurdere mobiliteten af fosfor i jord tilført gødning med lavt henholdsvis højt fosforindhold som følge af ændret fodersammensætning eller med fosforrige fraktioner i laboratorieskala.

##### **Sammenfatning**

Projektet opnår i alt 1900 point. De 43 pct. stammer fra kategorien ”videnskabelig betydning i alt” med 6 tidsskriftbidrag, 6 konferenceproceedings og 10 konferenceindlæg. Kategorien ”indlejring af viden” tegner sig for 26 pct. hvoraf 1 Ph.d – studium

udgør mere end halvdelen. Endelig udgør kategorien ”erhverv og samfund” 31 pct. af de samlede point. Der er tale om en spredning over fagblade, mindre udredninger og temamøder.

**Figur 4. Fordeling af points for projektet ”Improving phosphorus utilisation in Danish agriculture – from digestibility to loss”**



### Kvalitativ evaluering

Projektleder Hanne Damgaard Poulsen karakteriserer hvad der er opnået i løbet af projektet på følgende vis:

Projektet der var et samarbejdsprojekt mellem forskellige fagdiscipliner har studeret samspillet mellem tre fagområder – husdyrernæring, husdyrgødningssparation og fosformobilitet i jorden. Hypotesen var, at en ændring i husdyrfodringen ville påvirke de øvrige led i kæden. Fytat er et kompleks for oplagring af fosfor i kerner og olieholdige frø, som er en stor del af husdyrfoder. En høj grad af nedbrydning af fytat er af stor betydning for husdyrs udnyttelse af fosfor. Men måske bliver separationseffektiviteten for gylle mindre. Ved tilsætning til foder af et enzym fytase kan husdyrudnyttelsen af fosfor påvirkes positivt.

1. Et vigtigt resultat var, at nedbrydning af fytat i vommen hos malkekøer var forskellig for forskellige foderstoffer samt afhængig af om der blev foretaget varmebehandling af foderet.
2. Muligt at øge nedbrydningen af fytat ved støbsætning af fytinrigt foder. Men forskelligt med hensyn til fodersammensætning, tidsforløb og varmebehandling.

Ved støbsætning forstås, at foderet blandes med vand eller anden væske og henstår før det gives til dyrene.

3. Tilsætning af fytase til svinefoder medførte et lavere fosforindhold i gyllen, mens der ikke var en sådan effekt i kvæggylle. Hvis der indføres fytasetilsætning til svinefoder skal der ske en ændring i separationsteknikken.
4. Fodringsbetingede ændringer i fosforindholdet i gylle påvirker fosformobilitet i jord og dermed fosforudvaskning.

#### 4.5. Development of novel ornamental products by optimized production systems and minimized use of resource in greenhouse production

Totale omkostninger	DKK 4.576.000
Points	690
Omkostningseffektivitet	151
Lønudgifter pr. point	DKK 4.236

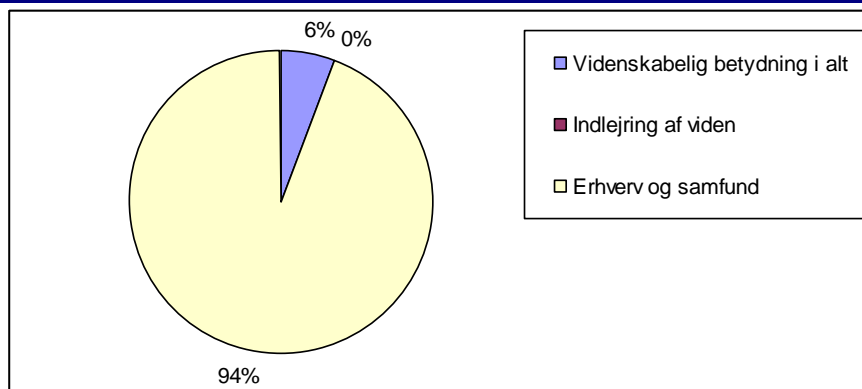
##### Formål

Hovedformålet med projektet var at udvikle nye produktionsmetoder og nye produkter, som egner sig til mere fleksible produktionsmetoder med fokus på en mere effektiv udnyttelse af produktionsarealet på tider af året, der i dag er svage salgsperioder. Fokus var på at reducere forbruget af kemiske bekæmpelsesmidler, arbejdskraft og energi. Herudover er der også blevet udvalgt gamle og nye planter til testning i det nye produktionssystem.

##### Sammenfatning

Projektet opnår i alt 690 point. 6 pct. stammer fra kategorien ”videnskabelig betydning i alt” med 2 konferenceindlæg. De resterende 94 pct. stammer fra 13 indlæg i fagtidsskrifter. Der er ingen bidrag fra kategorien ”indlejring af viden”.

**Figur 5. Fordeling af points for projektet ”Development of novel ornamental products by optimized production systems and minimized use of resource in greenhouse production”**





## **Kvalitativ evaluering**

Projektleder Carl-Otto Ottosen karakteriserer hvad der er opnået i løbet af projektet på følgende vis:

1. Ved at ændre produktionsmetoderne og lagre planterne om efteråret har det i mange tilfælde været muligt at spare energi og afkorte færdigproduktionen i foråret, som er den centrale salgsperiode.
2. Planterne skal startes op i efteråret, vokse op og knibes. Omkring uge 50 lagres de enten i væksthuse eller i kølerum. Ikke alle plantearter egner sig til lagring i kølerum ved 0,5 °C og mørke. Derimod klarede langt de fleste planter sig udmærket i væksthuse ved 2 – 4 °C.
3. Kølelagringen, der stresser planterne meget kan imidlertid anvendes, hvis planterne forberedes herpå. En måde er at udtørre planterne. En anden strategi viste sig lovende med hensyn til forebyggelse af gråskimmel i potteroser.

Generelt var det overraskende, at der kunne opnås og dokumenteres så store energibesparelser som tilfældet har været.

#### 4.6. Evaluation of innovative agricultural production systems through a life cycle assessment (LCA) methodology

Totale omkostninger	DKK 3.102.000
Points	1.660
Omkostningseffektivitet	535
Lønudgifter pr. point	DKK 1.333

##### Formål

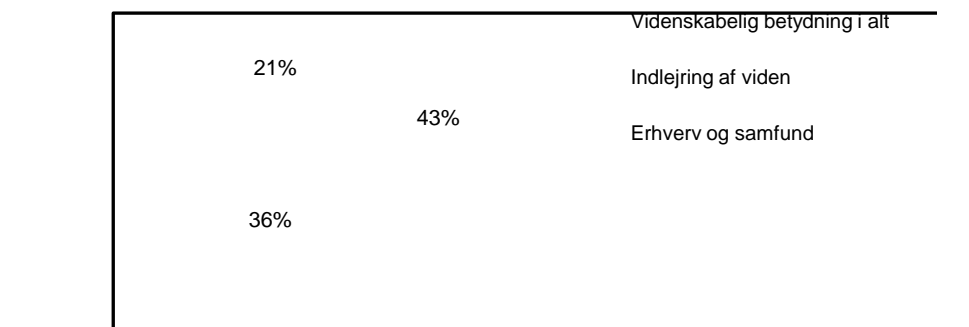
Projektet havde to hovedformål:

1. Udvikle metoder baseret på livscyklusvurdering (LCA) til miljøvurdering af effekten af nye produktionsmetoder i planteavl og husdyrbrug.
2. Anvende disse metoder til vurdering af reduceret jordbehandling samt brug af gyllebehandling i svineproduktionen.

##### Sammenfatning

Projektet opnår i alt 1660 point. De 43 pct. heraf stammer fra kategorien ”videnskabelig betydning i alt” med 30 pct. af de samlede point fra publicering i internationale ISI tidsskrifter. Kategorien ”indlejring af viden” tegner sig for 36 pct. af de samlede point med 1 Ph.d. og vejledning af to kandidater. Endelig opnås 21 pct. af de samlede point fra ”erhverv og samfund” i form af artikler i fagtidsskrifter, foredrag og møder.

**Figur 6. Fordeling af points for projektet ”Evaluation of innovative agricultural production systems through a life cycle assessment (LCA) methodology”**



## Kvalitativ evaluering

Projektleder Niels Halberg karakteriserer hvad der er opnået i løbet af projektet på følgende vis:

1. Reduceret jordbehandling kan reducere energiforbruget med 26 pct. ved pløjefri dyrkning og 41 pct. ved direkte såning sammenholdt med konventionel jordbehandling. Dog udgør brugen af fossil energi til jordbehandling kun 10 pct. af det totale udslip af drivhusgasser regnet i CO<sub>2</sub> enheder. Derfor var den tilsvarende reduktion klimapåvirkning i CO<sub>2</sub> ækvivalenter relativt beskeden.
2. Den afgørende forklaring på den fundne reduktion i udledning af drivhusgasser stammer fra en reduceret CO<sub>2</sub> udledning fra kulstofmineralisering i jorden når der ikke pløjes.
3. En LCA miljøvurdering af dansk svinekød viser, at udledning af lattergas, ammoniak og nitrat fra husdyrproduktionen herunder håndtering af gyllen belaster miljøet langt mere end transport og kødforarbejdning på slagteriet.
4. Separation af gylle kan give en bedre omfordeling af fosfor fra intensive svinebrug, hvis denne føres ud af bedriften med fiberfraktionen. Normalt forventes en 80 pct. fosforandel af gyllefosforen i fiberdelen. Men målingerne fra private bedrifter viste kun 26 – 38 pct., hvilket er et vigtigt problem idet gylleseparation antages at give en miljøforbedring i form af omfordeling af gylle fra svinebedrifter til plantebedrifter. Derfor er kræves bedre dokumentation for den reelle separationseffektivitet på bedrifter, hvor et sådant anlæg bruges til at retfærdiggøre reducerede miljøkrav og harmoniarealer.
5. Lagring og håndtering af fiberfraktionen gav anledning til store tab af kvælstof (op til 50 pct. af fiberfraktionens total kvælstof og mellem 30 og 90 pct. af ammoniak-kvælstof). Altså et potentielt problem for udnyttelse af husdyrgødningen og øget miljøbelastning.
6. Bioforgasning af gylle og efterfølgende produktion af el og varme formåede at reducere den samlede udledning af drivhusgas pr. kg svinekød med 16 pct.. Der var imidlertid ingen effekt på næringsstofudledningen.

LCA metoden er blevet udviklet til at kunne bruges på de særlige forhold der gælder i jordbrugsproduktionen. Metoden og redskaberne har været efterspurgt af erhvervet til

at dokumentere forbedringer i miljøprofilen for svinekød over de sidste 10-15 år og sammenligne med tilsvarende produkter på eksportmarkederne.

I et telefonisk interview med Henrik Bækstrøm Lauritsen, der i projektperioden var kvalitetschef i Danske Slagterier blev det understreget, at præcise opgørelser af miljøbelastning som her CO<sub>2</sub> gennemført ved Life Cycle Analysis (LCA) metoder er vigtige for slagterierne. Ikke mindst når slagterierne skal forhandle med de store detailkæder. Disse ønsker at profilere sig på blandt andet miljøspørgsmål. Der er faktisk blevet lavet pjecer om miljøbelastning i Danske Slagterier. Denne tilgang er vigtig for hele fødesektoren. Og ikke alene med hensyn til CO<sub>2</sub> men også andre miljøbelastende stoffer er dokumentationen vigtig. Han har kendt Niels Halberg og hans arbejde på området fra slutningen af 1990'erne.

#### **4.7. Crop management and economics of non-inversion tillage systems (CENTS)**

Totale omkostninger	DKK 9.853.000
Points	2.650
Omkostningseffektivitet	269
Lønudgifter pr. point	DKK 1.966

##### **Formål**

Det overordnede formål med projektet var at evaluere effekten af jordbearbejdningsintensitet i fire dimensioner: 1)afgrødeetablering og – vækst, 2)N-udnyttelse og udvaskning, 3)ukrudtsdynamik og – bekæmpelse, og 4)økonomi og miljømæssige omkostninger under et repræsentativt spænd af dyrkningspraksis i Danmark med særlig fokus på omlægningen fra traditionel jordbearbejdning til pløjefri dyrkning.

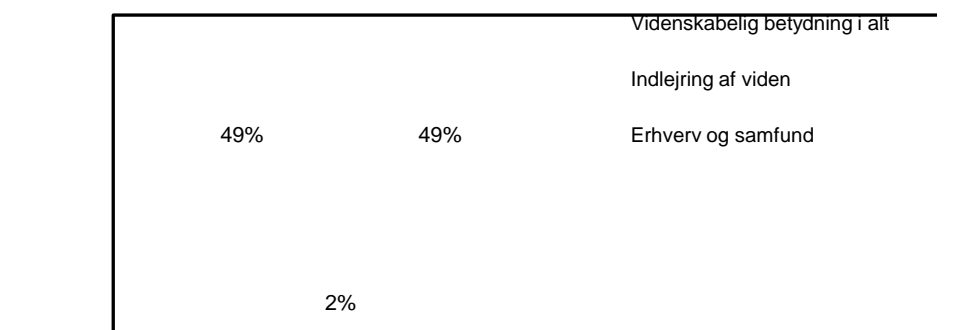
Specifikke formål er:

1. At bestemme vekselvirkningen mellem intensitet i jordbearbejdning, stubbearbejdning og sædskifte på afgrødeetablering, udbytte og næringsstofoptagelse.
2. At bestemme effekten af jordbearbejdningsintensitet og tidsrum siden overgang til pløjefri dyrkning på afgrødernes N-forsyning og optimale strategier for tilførsel af husdyrgødning og handelsgødning.
3. At bestemme vekselvirkningen mellem jordbearbejdningsintensitet, sædskifte og halmnedmuldning på nitratudvaskning.
4. At bestemme effekten af jordbearbejdningsintensitet på populationsdynamik af ukrudt og på optimale ukrudtsbekæmpelsesstrategier.
5. At bestemme effekten af afgrøderester på effektiviteten af jordherbicer.
6. At evaluere de samlede økonomiske og miljømæssige effekter af omlægning til pløjefri dyrkning.

## Sammenfatning

Projektet opnår i alt 2650 point. Heraf er de 1300 eller 49 pct. af de samlede point inden for kategorien ”videnskabelig betydning i alt” med 7 internationale ISI publikationer, 1 bogkapitel og 32 proceedings og working papers. I kategorien ”indlejring af viden” synes der kun at være tale om vejledning af en enkelt kandidat finansieret af projektet. I den tredje kategori ”erhverv og samfund” opnås 1300 point eller 49 pct. af de samlede point. Disse er indtjent på 14 bidrag i fagtidsskrifter, 24 foredrag samt 6 temamøder.

**Figur 7. Fordeling af points for projektet ”Crop management and economics of non-inversion tillage systems (CENTS)”**



## Kvalitativ evaluering

Projektleder Jørgen E. Olesen karakteriserer hvad der er opnået i løbet af projektet på følgende vis:

Der er i projektet gennemført to typer markforsøg – 1) et jordbearbejdnings systemforsøg, og 2) et stubbearbejdningsforsøg.

Systemforsøget blev gennemført over fire år på to forsøgsstationer i henseende til de relevante parametre og variabler.

Stubbearbejdningsforsøget blev gennemført over tre år på to private brug.

I systemforsøget viste begge lokaliteter større sikkerhed for et højt udbytte ved pløjning end ved reduceret jordbearbejdning. I mange tilfælde var der dog ikke statistisk sikkerhed på udbytterne. Mange andre forhold blev undersøgt med ikke-entydige resultater. En bedriftsøkonomisk model viste at reduceret jordbearbejdning,

stort set uafhængig af maskinkapacitet og bedriftsstørrelse, kan forbedre rentabiliteten med omkring DKK 500 pr. ha.

Stubbearbejdningforsøget viste, at der normalt altid bør gennemføres en harvning umiddelbart efter høst for at fremme opblandingen af halm i de øverste jordlag og fremme spiringen af spildkorn. For vårbyg bør der harves før såning. Men harvning før såning af vinterhvede kan give øgede ukrudtsproblemer.

En af projektets brugere var Erik Sandal, der indtil 2007 var ansat på Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Skejby som leder af Afdelingen for Planteavl. Han fik højst usædvanligt af Jørgen E. Olesen tilladelse til løbende at offentliggøre forsøgsresultaterne fra projektet. Der var meget stor interesse blandt mange landmænd for disse forsøg. Men også en del polemik omkring forsøgene idet der er adskillige ildsjæle på området. Erik Sandal skønner for egen regning, at der i dag er omkring 15 pct. af landbrugsarealet, som behandles med reduceret jordbearbejdning.

#### **4.8. Lower N-surplus at grazing with dairy cows**

Totalte omkostninger	DKK 6.695.000
Points	1.650
Omkostningseffektivitet	246
Lønudgifter pr. point	DKK 1.606

#### **Formål**

Projektets hovedformål er at reducere N-overskuddet ved afgræsning med malkekøer på intensivt drevet kløvergræs både på ko-niveau og på græsningssystemniveau.

Projektet vil fokusere på:

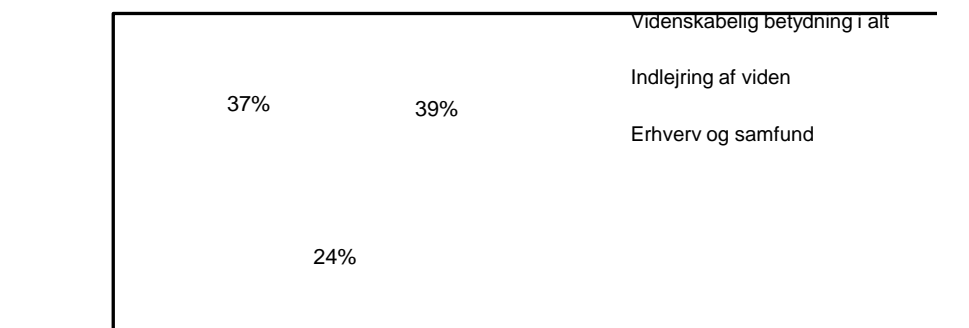
1. Udvikling af prognose for afgrøde kvalitet om foråret, værktøjer for styring af proteinindholdet i kløvergræsset samt analyse af effekterne af genetisk variation.
2. Analyse af effekten af tilbuddets størrelse, afgrøde kvalitet og sammensætning af tilskudsfoder på mælkeproduktion og N-overskud ved reduceret græsningstid.
3. Introduktion og dokumentation af nye afgræsningssystemer på gårdniveau baseret på reduceret afgræsningstid.

#### **Sammenfatning**

Projektet har i alt opnået 1650 point. I kategorien ”videnskabelig betydning” opnås 39 pct. af de samlede point eller 640 point fra 7 tidsskriftsartikler og 9 proceedings. I kategorien ”indlejring af viden” opnås 24 pct. af de samlede point eller 400 point fra 1 post.doc samt 2 kandidater. De resterende 37 pct. eller 610 point opnås i kategorien ”erhverv og samfund” fra bidrag til fagtidsskrifter, mindre udredninger samt foredrag.



**Figur 8. Fordeling af points fra projektet "Lower N-surplus at grazing with dairy cows"**



### Kvalitativ evaluering

Projektleder Karen Søegaard karakteriserer hvad der er opnået i løbet af projektet på følgende vis:

1. Der er blevet udviklet et prognoseværktøj for afgrødekvalitet under afgræsning. Værktøjet kan bruges på internettet og på mobiltelefoner. Prognosen viser hvorledes klimaet vil påvirke forskellige kvalitetsparametre en uge frem. Værktøjet bruges af landmænd til ændringer af afgræsningsareal, timer på græs samt suppleringsfoder. Datagrundlaget kom, dels fra prøver indsamlet i projektet, dels fra eksisterende materiale. Klimaet påvirker sukkerindhold og foderenhedskoncentrationen i græsset mens råproteinkoncentrationen ikke påvirkes.
2. Der blev gennemført to omfattende forsøg med dagafgræsning vedrørende managementfaktorer, der kan nedsætte N-overskuddet ved afgræsning med malkekøer. I det ene forsøg var fokus på hvidkløversorten, græstypen, tilbuddet i marken, PBV- niveauet (proteinbalancen i yommen) i suppleringsfoderet, suppleringsfoderets sammensætning over døgnet. I det andet var fokus på antal timer til afgræsning pr. dag. I forsøgene var mælkeydelsen meget robust. Kun ved samtidig begrænsning i afgræsningstid og begrænsning i mængden af tilskudsfoder faldt mælkemængden. Med hensyn til mælkenes sammensætning af fedt, protein og laktose blev denne ikke påvirket. Køernes N-udskillelse blev reduceret og N-udnyttelse blev forbedret ved begrænsning af afgræsningstiden, ved højt tilbud og ved lille PBV – niveau i suppleringsfoderet.

3. Begrænsning af afgræsningstiden havde stor effekt på N-overskuddet i marken. Men samtidig var der nedgang i mælkeydelse og højere stressniveau hos køerne. Systemer hvor der fodres mindre restriktivt på stald kombineret med en afgræsningsmetode, der stimulerer til høj græsoptagelse kan være et fremtidigt afgræsningssystem.

Specialkonsulent Rudolf Thøgersen fra Dansk Landbrugsrådgivning er blevet interviewet især med henblik på fodringssiden af projektet. Han har løbende modtaget resultater til offentlig brug i forhold til konsulentsystemet. Det er ikke mindst spørgsmålet om afgræsningstiden, der har været meget relevant i forhold til begrænsning af kvælstoftabet til markerne. Prognoseværktøjet er nyttigt og af god kvalitet, men det er ikke så let at bruge i praksis som følge af de korrektioner landmanden i samarbejde med konsulenten skal lave i sin foderplanlægning.

#### **4.9. Økonomisk og ressourcemæssig vurdering af nye teknologier**

Totalte omkostninger	DKK 1.519.000
Points	890
Omkostningseffektivitet	586
Lønudgift pr. point	DKK 1.363

##### **Formål**

Projektets overordnede formål er at foretage en integreret vurdering af de økonomiske og miljømæssige virkninger og muligheder ved implementering af ny forbedret praksis for næringsstofudnyttelse og alternative dyrknings- og produktionssystemer.

Der fokuseres på anvendelsen af:

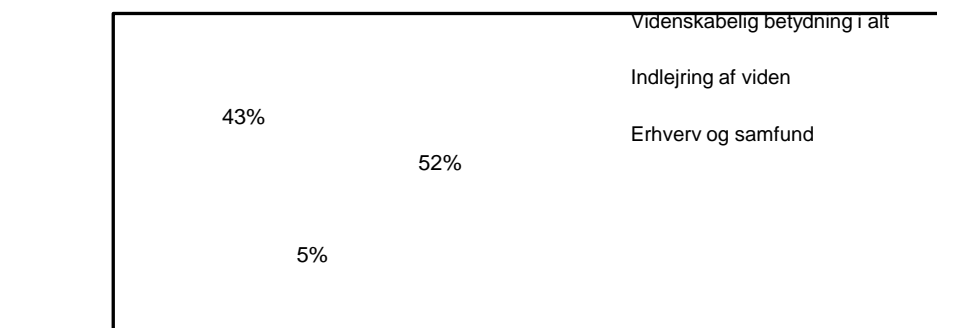
1. De vigtigste næringsstoffer (N, P, K)
2. Pesticider
3. Vand til markvanding
4. Energi

De afledte ændringer i drivhusgasemissioner og kulstofbinding vil blive analyseret hvor det er muligt og relevant. Analysen foretages på bedriftsniveau og for udvalgte oplandsområder. Analysen baseres på allerede tilgængelig viden samt viden fra de øvrige projekter i forskningsprogrammet "Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv".

##### **Sammenfatning**

Projektet har i alt opnået 890 point. I kategorien "videnskabelig betydning" opnås 52 pct. af de samlede point eller 460 point fra 3 tidsskriftartikler, 1 bogkapitel, 7 proceedings og 2 konferenceindlæg. I kategorien "indlejring af viden" indtjenes 5 pct. af de samlede point baseret på vejledning af 1 masterstuderende. De resterende 43 pct. eller 380 point opnås i kategorien "erhverv og samfund" for 1 større udredning, 5 mindre udredninger og 10 foredrag.

**Figur 9. Fordeling af points fra projektet ”Økonomisk og ressourcemæssig vurdering af nye teknologier”**



### Kvalitativ evaluering

Projektleder Jens Erik Ørum karakteriserer hvad der er opnået i løbet af projektet på følgende vis:

1. Projektet har undersøgt nogle teknologier, der indgår i forskningsprogrammet ”Jordbruget i et ressourcemæssigt helhedsperspektiv” med henblik på deres perspektiver i henseende til at mindske landbrugets resourceforbrug og miljøbelastning. Analyserne viser, at nye vandingsteknologier i en dansk sammenhæng kan øge udbyttet ved dyrkning af kartofler på sandjord. Men da vandingssvand i disse områder ikke er en knap ressource og teknologien er meget dyr, er der ikke for tiden tale om relevans. Robotter er også fortsat meget dyre og kan være en fare for deres omgivelser. Pløjefri dyrkning kan reducere bedrifternes kvælstofoverskud men øge deres pesticidforbrug. Der vil være et stort driftsøkonomisk potentiale på planteavls- og svinebrug på lerjord.
2. Projektet har udviklet et nyt koncept i form af den såkaldte oplandsanalyse. Oplandsanalyserne er rumlige analyser af landbrugsbedriftens økonomi, beskæftigelse og miljøpåvirkning i et givet opland, dels som funktion af den aktuelle teknologi og husdyrtæthed, dels som funktion af nye teknologier, miljøregulering og ændringer i bedriftsstrukturen. Konceptet har været anvendt ved analyse af geografisk målrettede reguleringer af kvælstofudledning i oplandene til Odense Fjord og Ringkøbing Fjord. Desuden har konceptet også været anvendt i forbindelse med en analyse af pløjefri dyrknings potentialer i 8 fynske oplandsområder. Det

var muligt at se hvor og hvor meget pløjefri dyrkning vil påvirke miljøet. Hovedpointen er, at det er særdeles vigtigt at se på den geografiske dimension i vurderingen af nye teknologier og politiske indgreb.

3. Projektet har også set på eksisterende teknologiers potentiale for reduktion af miljøbelastning gennem tilpasning af disse. Der mangler imidlertid konsistente produktions- og responsfunktioner for væsentlige teknologier. I et samarbejde med Danmarks Jordbrugsforskning og Københavns Universitet er det lykkedes at gøre fremskridt i henseende til at etablere de manglende funktioner.

I en samtale med Anders Refsgaard, i dag seniorprojektleder i COWI men i projektets løbetid ansat i Dansk Hydraulisk Institut (DHI) og ansvarlig for den tekniske del af oplandsanalysen, blev det oplyst, at der havde været et udmærket samarbejde med Fødevarøkonomisk Institut. Det havde været nyttigt og relevant at få de økonomiske analyser ind omkring omkostningerne ved nedskæringerne af kvælstofudledningerne eller omflytningen af disse til andre dele af området ved Ringkøbing Fjord. Noget af modelapparatets tekniske dele eksisterede før projektet og andre dele er blevet videreudviklet siden. Anders Refsgaard vurderer, at det bliver mere og mere relevant med samarbejde omkring økonomiske og tekniske forhold. Myndighederne og politikerne har været i stand til at anvende resultaterne fra projektet.

En anden samtale er blevet gennemført med Jakob Bisgaard, dengang medarbejder i Ringkøbing Amt, i dag Miljø- og naturchef i Ringkøbing-Skjern kommune. Oplandsmodellen, der blev udviklet bruges stadigvæk som baggrundsmateriale. Bruges i dag omkring Stadil Fjord. Dog er modellen ikke fuldt ud accepteret af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), idet de ikke mener, at den er dokumenteret i tilstrækkelig grad. Det var meget vigtigt, at der blev sat økonomi på modellens vandstrømnings- og andre naturmæssige oplysninger, fordi der politisk er så stor interesse for de store forskelle i de samfundsøkonomiske konsekvenser af forskellige måder at reducere næringsstofftilførslen til Ringkøbing Fjord på – generel reduktion af husdyrholdet i oplandet versus mere differentierede indgreb afhængig af delområdets evne til at reducere tabet af næringsstoffer.

I en tredje samtale, som er blevet ført med Flemming Gertz, daværende medarbejder i Ringkøbing Amt, i dag ansat som specialkonsulent ved Landscentret i Skejby, kom følgende informationer frem. Flemming Gertz var projektleder ved det projekt der blev iværksat i Ringkøbing Amt i forlængelse af det økologiske kollaps Ringkøbing Fjord var udsat for i slutningen af 1970'erne. Efter en diskussionsfase omkring hvor

ansvaret skulle placeres – Skjern Å udretningen, spildevandsudledningen eller udvaskningen af næringsstoffer fra landbruget til vandløb med forbindelse til fjorden – startede debatten om hvad der kunne og skulle gøres. Denne var naturligvis modsætningsfyldt, dels af saglige, dels af interessebaserede grunde. Oplandsanalysen blev et resultat, Amtet betalte DKK 1 – 2 mio. plus mange arbejdstimer for dette arbejde. Fødevareøkonomisk Institut projektet var vigtigt i den politiske proces fordi økonomien var så vigtig. Der var megen diskussion frem og tilbage med FØI folkene og de andre faglige aktører. Der var tale om en Cost-Effectiveness model og ikke en Cost-Benefit model fordi den sidstnævnte opgaves udførelse ville have været et alt for stort arbejde. Den grundvandsmodel, der kom ud af arbejdet er blevet referencemodellen for alt senere arbejde med oplandsanalyser i Danmark. Dens store kvalitet er at det har været muligt at komme ned på delområder af 250 x 250 meter inden for oplandsområder og dermed målrette tiltag områdespecifikt i langt højere grad end det er tilfældet andre steder. Holstebro kommune bruger modellen i dag aktivt i miljøgodkendelsesproceduren omkring Nissum Fjord.

#### **4.10. Influence of animal manures on the acquisition of micronutrients by crops – with special emphasis on manganese deficiency in winter cereals**

Totale omkostninger	DKK 3.443.000
Points	1.190
Omkostningseffektivitet	346
Lønudgift pr. point	DKK 1.711

##### **Formål**

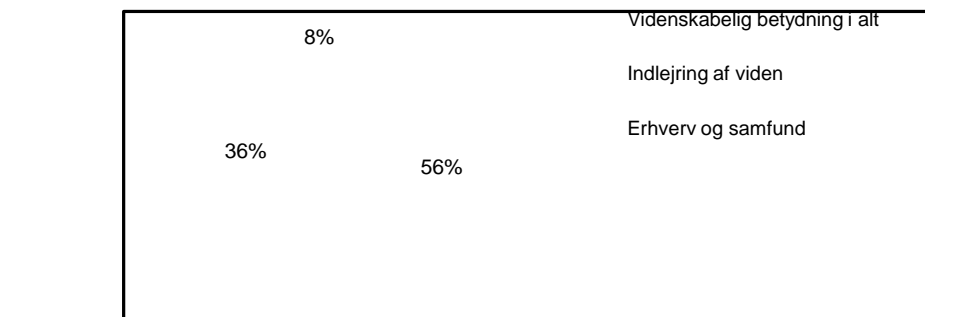
Projektet har tre formål:

1. Analyse af kort- og langsigteffekter af forskellige former for husdyrgødning på optag af væsentlige mikronæringsstoffer og udviklingen af manganmangel i vinterkornsorter dyrket på jord med forskellig kalkindhold og fosforstatus.
2. Analyse af hvorledes vedvarende brug af husdyrgødning påvirker rodudvikling og mikronæringsstofoptag i forskellige vinterkorngenotyper.
3. Analyse af fysiologien og biokemien bag forskellig effektivitet i manganoptag i vinterkorngenotyper med henblik på udformning af effektive screeningsprocedurer til udvælgelse af de mest manganeffektive planter.

##### **Sammenfatning**

Projektet har i alt opnået 1190 point. I kategorien ”videnskabelig betydning” opnås 56 pct. af de samlede point eller 660 point med alene 440 point fra fire tidsskriftsartikler publiceret i tidsskrifter med meget høj eller middelhøj effekt. Kategorien ”indlejring af viden” indtjener 36 pct. af de samlede point takket være finansiering af 1 Ph.d. studerende, vejledning af 1 kandidat samt 4 bachelorer. I kategorien ”erhverv og samfund” opnås 8 pct. for 5 mindre udredninger.

**Figur 10. Fordeling af points fra projektet "Influence of animal manures on the acquisition of micronutrients by crops – with special emphasis on manganese deficiency in winter cereals"**



### Kvalitativ evaluering

Projektleder Søren Husted karakteriserer hvad der er opnået i løbet af projektet på følgende vis:

1. Projektet har under kontrollerede forhold klart dokumenteret, at fosfor har en markant hæmmende effekt på manganoptagelse, dels via antagonisme med optagelsessystemet i roden, dels via en reduceret rodhårddannelse. Øget tilførsel af fosfor skulle derfor forventes at føre til et hæmmet manganoptag. Imidlertid har dette ikke kunnet påvises under praktiske markforsøg da den nødvendige variation i jordens forforindhold mod forventning ikke var til stede. Det kunne heller ikke påvises, at anvendelse af husdyrgødning havde en effekt på bygplanters manganoptag. Dette skyldes, dels at manganmanglen var så udtalt, at mange planter døde, dels at forsøgsarealet frembød så stor variabilitet, at en eventuel behandlingseffekt ikke kunne isoleres.
2. Det er blevet påvist, at byggenotyper har forskellig optagelseskinetik i det koncentrationsområde, som er fysiologisk relevant og som modsvarer det nanomolære (nM) koncentrationsområde, som typisk vil findes i jordvæsken. I denne forbindelse isolerede, klonede og karakteriserede projektet det første mangantransport protein fra byg.



3. I projektperioden blev der igangsat en udvikling af nye og effektive screenings-procedurer til bestemmelse af manganeffektivitet hos byg. Dette arbejde er efter projektperioden fortsat i andre projekter og er nu resulteret i kommercialisering af et produkt til bestemmelse af manganstatus hos planter.

Der har været gennemført et telefoninterview med Birger Eriksen fra Sejet Planteforædling I/S. Han har et rimeligt godt kendskab til Søren Hustedes arbejde omkring planteforædling, men dog ikke så udtalt i forhold til det her foreliggende projekt. Forædlingsstationen og dens hovedejer DLG har en interesse i blandt andet at styrke vinterbyg i konkurrencen med andre kornsorter og afgrøder. Og her er manganmangel et betydeligt problem i Nordeuropa som de nordiske lande, Skotland og Nordtyskland. Da Søren Husted arbejder med hele systemet fra genetik til omgivelser er det vigtigt for forædlingssektoren at opnå denne forståelse, som den jo ikke selv kan magte forskningsmæssigt.

## Bilag A: Pointtildeling i den kvantitative analyse

Videnskabelig betydning (publiceringer)	Points
Internationalt tidsskrift med JIF>4	120
Internationalt tidsskrift med JIF>2	100
Internationalt tidsskrift med JIF<2	80
Internationale tidsskrifter, uden JIF	30
Dansk tidsskrift (PR)	20
Bøger (kapitler)	40
Proceedings og working papers	20
Forskningsrapport	20
Konferenceindlæg (med ekstern vurdering)	20
Konferenceindlæg (uden ekstern vurdering)	15
Posterpræsentationer	10

Indlejring af viden (Uddannelse)	Points
Forskere (p.hd. og post doc.) (Betalt af projektmidler)	300
Kandidater (Vejledning)	50
Efteruddannelse (20 points pr. kursus)	20
Bacheloror (Vejledning)	20
Gæsteforelæsninger	10

Teknisk	Points
Patenter Nyhedsundersøgelse	20
Patenter Ansøgning	100
Patenter godkendelse	40
Strategisk metodeudvikling	100
Anden form for kommerialisering	100
Softwareprogrammer (opdel)	100

Erhverv og samfund (publiceringer)	Points
Fagtidsskrifter	50
Fagspecifikke aviser	50
Større udredninger > 50 sider	80
Mindre udredninger < 50 sider	20
Myndighedsprocedurer	100
Foredrag	20
Kronikker, avisinterview, debatartikler	20
Interviews til landsdækkende radio eller tv	20
Temanumre i forbindelse med projekt	20
Temamøder / workshops	20
Nyhedsbreve	10
Hjemmesider tilknyttet projekt	10

## **Bilag B: Interviewguide Projektledere**

### **Spørgsmål:**

**Er formålet med forskningsprojektet i dine øjne blevet opfyldt?**

**Hvilken central ny viden og muligheder har projektet medført?**

- Er der udviklet nye metoder?
- Er der udviklet ny teknologi?
- Har det forbedret egne muligheder?

**Hvilke forskningsmæssige gennembrud (om nogen) har projektet medført?**

**Er der noget fra projektet der er blevet implementeret i f.eks. industrien, forskning eller myndighedsberedskab?**

**Er der skabt kontakt til nye samarbejdspartnere, internationalt m.v. ?**

**Findes der anden forskning der har samme målsætning som dette projekt?**

**Har I gjort noget aktivt for at involvere erhvervet f.eks. ved hjælp af hjemmesider m.v. ?**

**Har projektet medført permanent ansættelse af forskningspersonel?**

**Har projektet givet ophav til nye projekter?**

**Er der nogen kommercielle aspekter i forskningsprogrammet?**

**Har I opnået noget ud over formålet?**

**Er der til slut noget du vil tilføje som vi ikke er kommet ind på eller du er kommet i tanke om undervejs?**

## **Bilag C: Interviewguide Erhvervsinteressenter**

**Spørgsmål:**

**Hvilken ny viden har projektet tilført erhvervet?**

**Hvilken betydning har den nye viden medført for erhvervet?**

**Kan resultaterne bruges kommercielt (nu og i fremtiden)?**

**Har resultaterne resulteret i (og beskriv gerne hvordan):**

**Bedre konkurrenceforhold?**

**Mulighed for nye markeder?**

**Muligheder for patenter?**

**Helt nye forretningsområder?**

**Besparelser i produktion?**

**Er erhvervet på tilfredsstillende vis blevet informeret om resultatet af forskningen?**

**Hvilke forskere har i haft kontakt med i forbindelse med projektet og hvordan har samarbejdet fungeret?**

**Har i været tilfredse med samarbejdet?**

**Er der andre forhold som I mener vil være relevante i en evaluering af projektet?**